Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blattorgane.

(Nach einem Vortrag in der Skand. Naturf.-Versammlung in Stockholm 1880)

von

Prof. **F. W. C. Areschoug** in Lund.

In folgender Abhandlung beabsichtige ich einige der Veränderungen in der äußeren wie der inneren Organisation der Pflanzen zu schildern, welche als Schutzeinrichtungen gegen klimatische Einflüsse anzusehen sind. Die Verschiedenheiten des allgemeinen Vegetationscharakters, welche die großen klimatischen Zonen der Erde zeigen, können dabei, als allgemein bekannt, aus der Acht gelassen werden.

Es dürfte indessen nicht ungeeignet sein, der allgemein bekannten Thatsache, dass in einem kälteren Klima, mit wenigen Ausnahmen nur die Holzpflanzen gegen die Winterkälte so geschützt sind, dass ihr oberirdisches Stammgerüst zu überwintern im Stande ist, einige Aufmerksamkeit zu widmen.

Das Vermögen der holzigen Pflanzen, die strengen Winter der kalten temperirten Zone zu ertragen, wird von gewissen anatomischen Eigenthümlichkeiten ihrer perennirenden Stammtheile bedingt. Die Verholzung der inneren Masse ihrer Stämme im Verein mit deren geringem Wassergehalt verleiht solchen Pflanzen eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen die Kälte. Die verholzten Stammtheile werden in der Regel sehr bald von einem Korkgewebe umhüllt. Außerdem ist das äußere Rindenparenchym bei den Holzpflanzen ein collenchymatisches, dessen Eigenschaft die Wärme nicht zu leiten ich in einem früheren Aufsatze (Über den Stammbau der L e y c e s t e r i a f o r m o s a Wall., in Botaniska Notiser, 1879, p. 169) darzulegen versucht habe. Weil jener schwedische Aufsatz wenig bekannt ist, erlaube ich mir demselben Folgendes zu entlehnen. Es war mir längst auffallend erschienen, dass das äußere Rindengewebe bei den Holzpflanzen ein Chlorophyllgewebe sei, obgleich die Membranen collenchymatisch sind.

Weil das Chlorophyllgewebe sonst dünnwandig ist und chemisch unveränderte Membranen besitzt, war es nicht zu vermuthen, dass die collenchymatische Beschaffenheit der Zellwände von Vortheil für die Assimilationsfähigkeit der Zellen sein könnte. Der Chlorophyllinhalt zeigt anderseits an, dass das Gewebe ein assimilatorisches sein muss. Folglich erscheint es wahrscheinlich, dass eine andere Function neben der assimilatorischen diesem Gewebe zukommt. Diese Function kann kaum eine mechanische sein, weil die Zellen der mechanischen Gewebe langgestreckt sind und des Chlorophylls entbehren. Das ist z. B. der Fall mit dem äußeren Rindenparenchym in den krautartigen Stengeln, in den Blattstielen und den gröberen Blattrippen, sogar bei den Holzpflanzen. In den verholzten Stämmen aber sind die Zellen des äußeren Rindenparenchyms so kurz, dass sie kaum als mechanische Elemente fungiren können, was übrigens nutzlos wäre, weil die innere Masse des Stammes an sich hart und fest genug ist. Dagegen scheinen verschiedene Umstände die Ansicht zu bestätigen, dass das äußere Rindenparenchym der Holzgewächse, wenn es collenchymatisch wird, als ein Schutzmittel gegen die Kälte für die inneren saftreichen, dünnwandigen und deshalb empfindlichen Gewebe, namentlich den Weichbast und das Cambium, fungirt. Auch bei überwinternden Blättern ist die Oberhaut mehr oder minder verdickt und wird nicht selten von einem collenchymatischen Hypoderma verstärkt, ja sogar das Grundgewebe dieser Blätter hat ein collenchymatisches Ansehen, und die Knospenschuppen, welche die inneren, mehr empfindlichen Theile der Knospen bei den Bäumen gegen die Winterkälte schützen, haben fast immer ein collenchymatisches Grundgewebe. Die Structurverhältnisse im Stamme der Leycesteria formosa scheinen auch diese Anschauung zu bestätigen. Es wird angegeben, dass diese Pflanze ein Strauch ist, aber sie dürfte eher ein Halbstrauch genannt werden. Wenigstens hat sie, im botanischen Garten zu Lund ins Freie ausgepflanzt, sich wie ein Halbstrauch verhalten. Auch sind die Zweige hohl, was bei den Holzpflanzen sehr selten der Fall sein dürfte, und dazu nicht selten schon im ersten Jahre verzweigt, wie die Stämme der meisten krautartigen Pflanzen. Der Stamm entwickelt kein Korkgewebe im ersten Jahre und sein äußeres Rindengewebe ist als Palissadenparenchym entwickelt. Dessen ungeachtet sind die Blätter und Zweiglein gegen die Kälte so unempfindlich, dass sie ganz frisch geblieben sind nach einem Nachtfroste, der die meisten derartigen Pflanzen und das Laub unserer gewöhnlichen Waldbäume getödtet hatte. Diese Unempfindlichkeit gegen die Kälte ist dadurch entstanden, dass das chlorophyllführende Palissadenparenchym hier, wie bei den überwinternden Blättern vieler Pflanzen, von einem collenchymatischen Hypoderma nebst einer Oberhaut, deren innere Wände verdickt sind, bedeckt werden. Es ist wahrscheinlich, dass diese Einrichtungen nicht hinreichen, um den Weichbast und das Cambium zu schützen und dass deshalb das innere Rindenpa-

renchym, das sonst ein dünnwandiges Chlorophyllgewebe ist, als Collenchym entwickelt worden ist.

Die Zahl der holzigen Pflanzen nimmt bekanntlich in der warmen temperirten Zone sehr zu und diese Pflanzen werden dort oft immergrün. Infolge einer besonderen Organisation werden ihre Blätter gegen die Kälte so abgehärtet, dass sie in einer Zone überwintern können, wo der Winter verhältnissmäßig mild ist. Was endlich die Vegetation der Gegenden, wo die milde Jahreszeit von keiner Kälte unterbrochen wird, betrifft, so ist sie größtentheils von holzigen Pflanzen zusammengesetzt; weil auch die krautartigen Pflanzen dadurch holzig werden, dass ihre Stämme nicht jährlich absterben, sondern fortdauern und eine mehr oder minder holzige Consisistenz annehmen. — In der heißen Zone giebt es keine wirkliche Grenze zwischen holzigen und krautartigen, mehrjährigen Pflanzen.

Das überaus häufige Auftreten holziger Pflanzen in der tropischen Zone steht indessen in einem nur scheinbaren Widerspruche mit dem, was oben von der Widerstandsfähigkeit der Holzpflanzen gegen die Kälte gesagt wurde. Durch die kürzere Vegetationsperiode eines kälteren Klimas wird es nur einer kleineren Anzahl mehrjähriger Pflanzen möglich, zur Verholzung zu gelangen, was dagegen den meisten tropischen Pflanzen möglich wird. Aber die Verholzung dieser Pflanzen ist nicht nöthig, um einen Schutz gegen die Kälte zu leisten, sondern nur um dem Stamme die Festigkeit zu geben, die für das Tragen der Zweige nöthig ist. Das Korkgewebe aber, durch welches die verholzten Stämme im kälteren Klima gegen die Kälte geschützt sind, ist hier insofern von Vortheil, als es das Vermodern der Stämme und die Transpiration durch die älteren Stammtheile verhindert. In letzterer Beziehung wird das Korkgewebe sehr wichtig, weil die Verdunstung dadurch auf die Blätter und die jüngeren Zweige beschränkt wird, was eben das Wasser veranlasst, sich nach diesen Theilen zu bewegen. Wir sehen also auch in diesem Verhältnisse eine neue Bestätigung des alten Gesetzes, dass die Natur mit der kleinsten Kraftaufwendung ihre Ziele zu erreichen im Stande ist, so dass dieselbe Einrichtung mehreren Zwecken dienen kann.

Wir haben uns bis jetzt nur mit den allgemeinen Veränderungen, die von der Verschiedenheit des Klimas in den großen geographischen Zonen hervorgerufen werden, beschäftigt. Aber auch innerhalb kleinerer Bezirke können sich klimatische Verschiedenheiten, die auf die äussere und innere Organisation der Pflanzen einwirken, vorfinden. Wenn es nicht der Fall wäre, so dürften ja alle die in derselben geographischen Zone vorkommenden Pflanzen in allen solchen Structurverhältnissen übereinstimmen, die vom Streben der Pflanze, sich dem Klima anzupassen, hergeleitet werden könnten. Das ist aber bei weitem nicht der Fall, denn nicht nur die Anpassung an das Klima kann auf verschiedenen Wegen erlangt werden, sondern auch die äußeren Verhältnisse, die auf die Organisation der Pflanzen

Einfluss haben, können innerhalb kleinerer Bezirke sehr wechseln. Letzteres Verhältniss liefert einen Beitrag zur Erklärung einer pflanzengeographischen Frage von größter Wichtigkeit. Man scheint nämlich jetzt ziemlich allgemein der Ansicht zu huldigen, dass die Vegetation eines Landes von mehreren aus verschiedenen Gegenden und zu verschiedenen Zeiten eingewanderten Elementen zusammengesetzt ist, welche zwar jetzt sehr gemischt, aber doch in der Art vertheilt sind, dass ein Element auf einer Localität, das andere auf einer anderen vorherrscht. Eine etwas größere Höhe der Localität, eine größere Feuchtigkeit des Bodens, ein Wald mit seinem kühlen Schatten, eine verschiedene Beschaffenheit des Bodens u. s. w. können auch in nahe belegenen Localitäten eine bedeutende Verschiedenheit in der Vegetation hervorrufen. Es liegt indessen nicht innerhalb der Grenzen dieses Aufsatzes in die Erörterung dieser Frage, auf welche wir bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen werden, einzugehen. Wir beschränken uns hier darauf, zu behaupten, dass bei kleineren geographischen Abständen eine so bedeutende Verschiedenheit in den äusseren Verhältnissen vorkommen kann, dass eine Änderung in der geographischen Verbreitung der Pflanzen dadurch zuwege gebracht wird. Dass eine derartige Verschiedenheit auch die Organisation der Pflanzen beeinflusst, wollen wir im Folgenden darzulegen versuchen. Dabei werden die Veränderungen, die von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, sowie dem Wassergehalt des Bodens abhängen, ausschließlich berücksichtigt werden.

Die Pflanzentheile, deren Organisation den klimatischen Verhältnissen am besten angepasst ist, sind die Blätter. Der Stamm scheint überhaupt, abgesehen von der Korkbildung und der Verholzung, keinen größeren, vom Klima abhängigen Veränderungen unterworfen zu sein. Doch finden sich auch bei ihm einige, den Blättern zukommende und insbesondere die Oberhaut betreffende Abänderungen, die einen Schutz gegen das Klima zu gewähren geeignet sind. Dagegen sind die Blütentheile in ihrer Organisation am wenigsten gegen das Klima geschützt und haben deshalb viel zu leiden unter dem Einfluss eines klimatischen Wechsels. Der Gärtner macht oft die traurige Erfahrung, dass er seine Hoffnung auf eine reiche Ernte seiner Obstbäume und Sträucher durch eine einzige Frostnacht vernichtet sieht.

Es ist jedenfalls ein interessantes Verhältniss, dass in dem Zellgewebe der Pflanzen, welche zufolge einer zu niedrigen oder zu hohen Temperatur getödtet werden, fast dieselben pathologischen Veränderungen eintreten. In beiden Fällen entstehen moleculare Veränderungen in den Zellhäuten und dem Protoplasma, infolge deren die Zellwandung gegen den Druck des in den Zellen eingeschlossenen Saftes nicht länger zu reagiren vermag. Der Zellsaft filtrirt durch die Zellwandung und füllt die Intercellularräume aus, die ganze Zellmasse wird somit durchscheinend, verliert ihren Turgor, lässt bei geringem Drucke den Saft ausströmen und ver-

trocknet schnell. Dieses Verhältniss gewinnt ein erhöhtes Interesse durch das Factum, dass die Pflanzen sich durch dieselben Mittel gegen die Extreme der Temperatur schützen.

An vielen Stellen der Erde kann die Kälte auch in der Vegetationsperiode so streng sein, dass viele Pflanzen durch dieselbe getödtet werden könnten; aber kaum irgendwo herrscht eine so hohe Temperatur, das sie den Tod der Pflanzen unmittelbar herbeiführen könnte. Eine hohe Temperatur ist ohne Zweifel im Stande, derartige Veränderungen bei den Pflanzen zu veranlassen, so dass diese zuletzt sterben würden, wenn sie nicht mit geeigneten Schutzmitteln ausgerüstet wären. Wie oft z. B. sieht man nicht die Vegetation, die im Schatten des Waldes so gut gedieh, bald schwinden und aussterben, wenn der Wald gehauen wurde und die Pflanzen dadurch intensiverer Sonnenhitze, als sie früher gewöhnt waren und gegen welche sie deshalb keine Schutzmittel besaßen, ausgesetzt wurden. Die Pflanzen, die im Walde leben, sind dem kühlen Schatten angepasst; sie vertrocknen zufolge der erhöhten Transpiration, wenn sie dem Lichte und der Wärme in zu hohem Grade ausgesetzt werden.

Die Einrichtungen, welche auf den Schutz der Pflanzen gegen eine zu hohe Temperatur Bezug haben, scheinen auch in erster Linie den Zweck zu haben, die Transpiration zu ermäßigen. Nun sind es vorzugsweise die Blätter, welche die Transpiration zu verrichten haben; daher macht sich auch eine Anpassung an das Klima bei ihnen am deutlichsten geltend. Ebenso bedürfen die Blätter, wenn sie überwintern, Schutzmittel gegen die Kälte, so dass das Klima auf die Organisation dieser Pflanzentheile einen größeren Einfluss übt, als auf die übrigen Theile der Pflanzen.

Die äußere, wie die innere Organisation der Blätter sind für die Transpiration sehr zweckmäßig. Weil die Blätter im Allgemeinen platt und dünn sind, wird ihre Masse dem Einfluss des Lichtes und der Wärme im hohen Grade exponirt. Aber die Blätter haben auch die Aufgabe, die Nahrung zu bereiten. Bei den normal gebauten, dünnen und horizontalen Blättern sind Transpiration und Assimilation größtentheils verschiedenen Geweben überlassen. Die untere Fläche des Blattes ist bekanntlich in der Regel sehr reich an Spaltöffnungen und das sogenannte Schwammparenchym eignet sich in Folge seiner zahlreichen Intercellularräume sehr gut zur transpiratorischen Function. An der Oberhaut der oberen Blattfläche werden die Spaltöffnungen oft ganz und gar vermisst und das darunter liegende sogenannte Palissadenparenchym wird von dicht gedrängten Zellen zusammengesetzt, so dass es kaum wie ein transpiratorisches Organ zu fungiren vermag. Dieses Gewebe scheint eher ein assimilatorisches zu sein, wegen seiner Lage in der oberen Hälfte des Blattes wird es von den Sonnenstrahlen, deren große Bedeutung für die Assimilation völlig constatirt worden ist, unmittelbar getroffen.

Ein geübtes Auge kann im Allgemeinen ohne besondere Schwierig-

keit aus der Organisation des Blattes auf die klimatischen Verhältnisse, unter denen die Pflanze gelebt hat, schließen. Es ist nicht nur die Structur der Oberhaut und die Lage der Spaltöffnungen, sondern auch die relative Mächtigkeit des Palissaden- und Schwammparenchyms, die vom Klima verändert werden.

Es darf sich fast von selbst verstehen, dass die Oberhaut, welche den ganzen Pflanzenkörper bedeckt, am meisten vom Klima beeinflusst und der kräftigeren oder schwächeren Transpiration, die von der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft abhängt, angepasst sein wird. Wenn die Außenwand der Oberhautzellen dünn und in chemischer Beziehung ziemlich unverändert ist, (was zur Folge hat, dass die Spaltöffnungen in demselben Niveau wie die übrigen Oberhautzellen zu stehen kommen,) dann wird die Transpiration des Blattes viel größer, wie aus der Thatsache, dass die von einer derartigen Oberhaut überzogenen Blätter bald vertrocknen, hervorgeht. — Die Oberhaut scheint in diesem Fall der Wärme einen bequemeren Zutritt zu gestatten, weshalb auch das Wasser leichter verdampft. Die Lage der Spaltöffnungen macht eben diese Organe der Luft mehr zugänglich. Im Allgemeinen sind die Blätter solcher Pflanzen, welche im kälteren Klima und im feuchten Boden wachsen, mit einer derartigen Oberhaut bekleidet, was allerdings auch bei den Pflanzen eines wärmeren Klimas vorkommt, wenn sie einjährig sind und im Schatten leben.

Beim ersten Blicke könnte es vielleicht unerklärlich erscheinen, dass die Structur der Oberhaut dieselbe ist bei Pflanzen, die in so verschiedenem Klima leben. Diese Übereinstimmung dürfte indessen dadurch sich erklären können, dass eine lebhafte Transpiration in beiden Fällen nöthig ist. Wenn die Temperatur des Sommers verhältnissmäßig niedrig ist und die Wasserzufuhr zugleich reichlich, muss die Wärme mit ungeschwächter Energie zu wirken im Stande sein, um eine hinreichende Wasserverdunstung bewirken zu können. Im wärmeren Klima mit einer vom Wasserdampfe gesättigten Luft sind auch besondere organische Vorrichtungen nöthig, um eine hinreichende Transpiration hervorrufen zu können. Die Thatsache, dass viele einjährige, tropische Pflanzen unser Klima ertragen, dürfte leicht durch diese Übereinstimmung in der Organisation der Oberhaut erklärt werden können.

Es kommt indessen gar nicht selten vor, dass eben solche Pflanzenformen, von denen, nach den äußeren Lebensverhältnissen zu urtheilen, angenommen werden darf, dass sie eine lebhaftere Transpiration nicht ertragen können, dennoch eine dünnwandige Oberhaut besitzen. Aber bei solchen Pflanzen wird die Oberhaut durch eine üppige Haarbekleidung gekräftigt, die nicht selten so dicht und reichlich ist, dass sie einen Filz bildet, der fast so dick wie der Durchschnitt des Blattes sein kann. Dieser Haarfilz tritt gewöhnlich in der größten Mächtigkeit an der unteren Seite des Blattes auf, wo die Spaltöffnungen am zahlreichsten vorkommen. Mit-

unter nehmen die Haare sehr eigenthümliche Formen an und bilden eine Art äußerer Oberhaut. So ist es z. B. bei den dicken, saftigen Blättern einiger in Südafrika wachsenden Arten der Gattung Rochea. Einige Zellen der Oberhaut bilden cylindrische Trichome, die sich oben in schildförmige, dicht aneinander stehende Schuppen erweitern und dadurch eine äußere Bedeckung bilden. Die Spaltöffnungen werden infolge dessen von den Schuppen bedeckt und die Transpiration wird geschwächt, wodurch die Blätter selbst sehr dick werden. Die Knospenschuppen der überwinternden und folglich einer strengen Kälte exponirten Knospen der Esche sind auch mit derartigen Schuppen bedeckt. In jenem Falle bilden die Schuppen einen Schutz gegen eine hohe, in diesem gegen eine niedrige Temperatur.

Die soeben besprochene Beschaffenheit der Oberhaut kommt insbesondere solchen Pflanzenformen zu, die in einem trockenen und warmen Klima unter Einwirkung der brennenden Strahlen der Sonne leben. Der Botaniker hat indessen auch in unserem Lande, namentlich auf trockenen sandigen Localitäten, die Gelegenheit solche Formen zu sehen. Aber wie spärlich und wenig entwickelt ist nicht diese Haarbekleidung im Vergleich mit derjenigen, die viele Pflanzen in den trockenen und warmen Gegenden, z. B. am Mittelmeere, in Südafrika, in einigen Theilen Südamerikas und Australiens, auch unter besonderen Bedingungen in der ganzen tropischen Zone auszeichnet, wenn diese Pflanzen der Sonne ausgesetzt sind. Ein derartiger Überzug kann ebenso als Schutzmittel gegen Kälte gebraucht werden. Wir haben vorhin als ein Beispiel die Knospenschuppen der Esche erwähnt. Die hochnordischen Pflanzenformen sind aber auch oft an ihren jüngeren Theilen von einem Filze bedeckt, der schwindet, sobald die Sommerwärme constant geworden ist.

Ein Schutzmittel zu demselben Zwecke wie die Haarbekleidung wird vom Wassergewebe gebildet, wenn es ein Hypoderma ist, das der Epidermis ähnlich ist und dessen Zellen sehr wasserreich sind. Dieses Gewebe findet sich bei gewissen tropischen Pflanzenformen, z. B. bei Arten von Ficus, Begonia u. a., wenn sie auf einer trockenen Unterlage, wie Klippen, Baumstämmen u. s. w., leben, wird aber bei den Pflanzen eines kälteren Klimas ganz und gar vermisst. Die Dünnwandigkeit dieses Gewebes und der große Wasserreichthum seiner Zellen bewirkt, dass es gegen die Kälte sehr empfindlich ist.

Die dickwandige, cuticularisirte Oberhaut bildet ebenfalls ein kräftiges Schutzmittel gegen die Extreme der Temperatur. Es ist insbesondere die äußere Wand der Oberhautzellen, welche bisweilen so außerordentlich verdickt sein kann, dass sie z. B. bei Viscum album den Durchschnitt des Zellenlumens vielmal übertrifft. Zugleich verändert sich die chemische Constitution der Zellwand und wird ähnlich derjenigen der Zellwände des Korkgewebes, die dadurch eben ein gutes Schutzmittel gegen die Kälte

sind. Die mit einer derartigen Oberhaut ausgerüsteten Blätter haben in der Regel eine glatte, glänzende Oberfläche und sind dick, trocken und lederartig. Die Spaltöffnungen liegen in kleinen Vertiefungen in der Oberfläche, so dass sie nicht vollständig der Luft ausgesetzt sind, was insbesondere gegen Hitze vortheilhaft sein dürfte. Sehr auffallend ist dieses Structurverhältniss z. B. bei dem häufig im Zimmer kultivirten Nerium Oleander, wo die Spaltöffnungen in mit Haaren ausgekleidete Gruben versenkt liegen. Einem ähnlichen Verhältniss begegnet man bei den Blättern vieler Sandgräser, wo der transpiratorische, mit Spaltöffnungen versehene Theil der Oberhaut sich in den Furchen zwischen den Rippen der Oberfläche befindet. Bei den Stämmen der Casuarinen, die dem warmen und trockenen Klima Australiens angepasst sind, ist die transpiratorische Fläche eben auf die Furchen zwischen den Rippen des Stammes beschränkt und sind die Furchen mit Haaren bekleidet. Durch das Einrollen der Blätter, was bei langandauernder Hitze vermöge eines besonderen Schwellgewebes zu Stande kommt, kann auch die transpiratorische, mehr empfindliche Fläche gegen die Hitze geschützt werden (viele Gräser, Rosmarinus officinalis).

Die Pflanzen, die sich durch die eben erwähnte Organisation der Oberhaut insbesondere auszeichnen, kommen häufig vor in den Ländern mit einem sehr trockenen und warmen Klima, so in den Ländern am Mittelmeer, in Südafrika, dem extratropischen Neuholland u. s. w. Der Einfluss der Wärme auf die Transpiration, die sonst so lebhaft sein würde, dass die Pflanze sich schwerlich einen Ersatz des durch die Verdunstung verloren gegangenen Wassers bereiten könnte, wird zufolge der Organisation der Oberhaut wesentlich moderirt. Eine dickwandige, cuticularisirte Oberhaut bildet ebenfalls ein gutes Schutzmittel gegen die Kälte und findet sich deshalb auch bei den überwinternden Blättern der im kälteren Klima lebenden Pflanzen (Ericineen, Coniferen, Viscum, Ilex, Buxus u. s. w.). Es könnte vielleicht auffallend erscheinen, dass man einer derartigen Oberhaut auch bei den mehrjährigen Blättern vieler tropischer Pflanzen begegnet. Aber diese für die Transpiration schädliche Organisation wird aufgewogen durch den inneren Bau der Blätter, der einer lebhaften Wasserverdunstung angepasst ist. Es kann übrigens mit der größten Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Dickwandigkeit der Oberhautzellen den Zweck hat, den Blättern einen Schutz gegen die Witterung zu bereiten und dadurch die Blätter dauerhafter zu machen.

Es ist nämlich nicht nur die Oberhaut des Blattes, die den klimatischen Bedingungen angepasst ist, sondern es sind auch die beiden Zellgewebe des Blattes, das Palissaden- und das Schwammparenchym unter denselben Bedingungen Veränderungen unterworfen, und diese Veränderungen stehen in der nächsten Beziehung zu den Veränderungen der Oberhaut. Ein Vergleich der Blattstructur bei verschiedenen und unter ungleichartigen äußeren Verhältnissen lebenden Pflanzen zeigt uns, dass die Organisation

des Blattes mehr wechselnd ist, als man früher angenommen hatte und mehr abhängig von den äußeren Verhältnissen. Wenn die klimatischen Verhältnisse eine lebhafte Transpiration fördern, so werden auch die Blätter durch die Structur der Oberhaut und des Blattparenchyms kräftige Transpirationsorgane. Dabei wird das transpiratorische Gewebe oder das Schwammparenchym viel mächtiger, als das Palissadenparenchym, das sogar ganz verschwunden sein kann. Eine derartige Organisation der Blätter findet sich bei vielen tropischen Formen. Die kräftigsten Transpirationsorgane, die ich bei meinen Untersuchungen über die Anatomie des Blattes angetroffen habe, sind die Blätter des Adiantum macrophyllum. Die chlorophyllführende Oberhaut ist fast gar nicht vom unterliegenden Parenchym differenzirt, ist sehr reich an Spaltöffnungen, die auf beiden Blattflächen vorkommen, und sehr dünnwandig. Daneben ist das ganze Mesophyll in Schwammparenchym mit sehr großen Lacunen verwandelt. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass eine solche Organisation sehr vortheilhaft sein wird für die Wasserverdunstung, die wiederum von den klimatischen Verhältnissen bedingt wird. Die Blätter der meisten tropischen Farne zeichnen sich durch eine mehr oder minder ähnliche Organisation aus. Wenn aber die localen Verhältnisse eine lebhafte Transpiration nachtheilig machen sollten, wird diese moderirt durch das Auftreten eines Palissadenparenchyms, zuweilen in Verbindung mit einem hypodermatischen Wassergewebe. Auch in den mehrjährigen Blättern anderer tropischer Pflanzen ist der größte Theil des Grundgewebes ein transpiratorisches Parenchym, das sich durch sehr große Lacunen auszeichnet. Das Palissadenparenchym ist dabei auf einen schmalen grünen Streifen in der oberen Seite des Blattes beschränkt (sehr ausgezeichnet bei Franciscea) und besteht oft aus sehr kurzen, rundlichen Zellen (z. B. Stiftia chrysantha). Weil aber auch viele tropische Pflanzen unter Verhältnissen leben, die eine schwache Transpiration nöthig machen, was der Fall sein muss, wo z. B. eine trockene Jahreszeit zu den jährlichen periodischen Erscheinungen gehört oder wenn die Pflanze auf einer trockenen Unterlage wächst, so wird unter solchen Verhältnissen die Wasserverdunstung vermittelst eines Wassergewebes oder eines mächtigen Palissadenparenchyms in Verein mit einem wenig entwickelten Transpirationsgewebe vermindert. Die Blätter von Hoya carnosa z. B. besitzen nicht nur ein Wassergewebe, sondern auch ein mächtiges, aus vielen Zellschichten bestehendes Palissadenparenchym, und ihr transpiratorisches Gewebe ist von dem Palissadenparenchym wenig verschieden, von dicht gedrängten Zellen zusammengesetzt. Bei vielen, unter denselben klimatischen Bedingungen wie Hoya lebenden Arten von Ficus ist sogar das Grundgewebe in der unteren Blattfläche in ein wahres Palissadenparenchym umgebildet, was ohne Zweifel zur Folge hat, dass die Transpiration sehr vermindert wird.

Die einjährigen Blätter der tropischen Pflanzen sind im Allgemeinen kräftige Transpirationsorgane, deren Palissadenparenchym nur aus einer oder zwei Zellschichten besteht und kaum mächtiger ist als das sehr lacunöse Schwammparenchym. Auch die einjährigen Blätter der Pflanzen, die einem kälteren Klima angehören, zeichnen sich überhaupt durch eine ähnliche Organisation aus. Wenn eine schwächere Transpiration ihnen nöthig ist, wird dieses dadurch zu Stande gebracht, dass das Schwammparenchym fast rundzellig ist und aus dicht gedrängten Zellen besteht (Silenaceae, Alsinaceae, Chenopodiaceae u. s. w.) oder fast palissadenförmig wird (z. B. Ruta-Arten). Bei den Arten der letztgenannten Gattung, die am Mittelmeere wachsen, scheint diese Anordnung einen Schutz gegen die Wärme zu verleihen, ist aber auch ein Schutzmittel gegen die Kälte. Dadurch erklärt sich der eigenthümliche Umstand, dass diese Pflanzen die Nachtfröste eines kälteren Klimas besser ertragen, als die einheimischen Pflanzen.

Damit die Blätter schwache Transpirationsorgane oder, was dasselbe ist, gegen eine hohe oder niedrige Temperatur wenig empfindlich seien, darf das Schwammparenchym nur wenig mächtig sein und die Lacunen zwischen seinen Zellen müssen sehr vermindert werden. In diesem Falle wird das Palissadenparenchym sehr mächtig und von mehreren Zellschichten gebildet und die Oberhaut dabei sehr dickwandig. Es ist mir vorgekommen, als ob die begrenzte Wasserverdunstung solcher Blätter nicht nur eine Folge der schwachen Entwickelung des Schwammparenchyms und der Beschaffenheit der Oberhaut wäre, sondern auch auf das mächtige Palissadenparenchym zurückzuführen sei. Viele Umstände scheinen nämlich darzuthun, dass dieses Gewebe infolge seines Reichthums an Chlorophyll im Stande ist, Wärme zu absorbiren und dadurch das unterliegende transspiratorische Gewebe gegen die Wärme, die das directe Sonnenlicht den Blättern zuführt, zu schützen. Nicht nur, dass die flachen Blätter solcher Pflanzen, von denen man annehmen darf, dass sie schlechte Transpirationsorgane nöthig haben, ein sehr entwickeltes Palissadenparenchym besitzen, sondern auch die cylindrischen Blätter, z. B. bei den Crassulaceen, zeigen, wenn es darauf ankommt, ein inneres Wassergewebe herzustellen, dieses Gewebe von einem peripherischen Palissadenparenchym umhüllt. Überhaupt scheint dieses das Schwammparenchym zu vertreten, wenn die Transpiration vermindert werden soll.

Von allen den Pflanzen, die ich in Bezug auf die Anatomie der Blätter untersucht habe, ist es keine, die eine so vollständige Anpassung an die Wärme und die Kälte gleichzeitig aufweisen kann, wie Buxus sempervirens. Die Oberhaut der Blätter ist sehr dickwandig und mit eingesenkten Spaltöffnungen versehen, das Palissadenparenchym besteht aus vier Zellenschichten und ist ebenso mächtig wie das Schwammparenchym, das dicke Zellenwände und sehr kleine Lacunen hat. Die Pflanze verdankt dieser Or-

ganisation der Blätter ihr Vermögen, das warme und trockne Klima ihrer Heimat eben so gut wie die strengen Winter der nordischen Länder, wo sie häufig cultivirt wird, zu ertragen. Der Blattbau von Ilex Aquifolium, deren Blätter ebenfalls überwintern und eine ziemlich strenge Kälte ertragen können, deutet auf ein feuchteres Klima, weil das Schwammparenchym sehr lacunös ist. Ein mächtiges Palissadenparenchym wirkt wahrscheinlich auf die Transpiration moderirend ein und die dickwandige Oberhaut nebst dem Hypoderma schützt die inneren Gewebe gegen die Kälte des Winters. Eine ähnliche Organisation kommt den mehrjährigen Blättern nicht nur der Pflanzen zu, die in einem wärmeren Klima mit einer trockenen Jahreszeit leben, sondern auch vielen nordischen Pflanzen, ist also einem warmen und trockenen eben so gut wie einem kalten Klima angepasst. In der tropischen Zone mit einem gleichmäßig feuchten Klima dürfte sie seltener sein und nur solchen Pflanzen zukommen, die auf einer trockenen Unterlage, wie Klippen, Baumstämmen u. s. w. wachsen.

Es werden indessen nicht nur durch die inneren Veränderungen in der Organisation der Blätter die Pflanzen in den Stand versetzt, sich gegen die Extreme der Temperatur zu schützen. Derselbe Zweck kann durch verschiedene andere Einrichtungen, wie die Stellung und Form der Blätter erzielt werden.

Es ist schon vorher erwähnt worden, dass die Blätter jener Gräser, die auf sehr trockenen Stellen wachsen, an der oberen (inneren) Seite tief gefurcht sind und dass nur die Oberhaut, welche die Furchen überzieht, transpiratorisch ist. Zugleich ist das transpiratorische Grundgewebe auf die Furchen beschränkt, was eben für diese Pflanzen, die eine erhebliche Wasserverdunstung kaum ertragen können, vortheilhaft sein dürfte. Einige Blätter können unter gewissen Verhältnissen ihre empfindliche Transpirationsfläche gegen die Veränderungen der Temperatur dadurch schützen, dass diese Fläche eingerollt ist. Wenn z. B. die Blätter des Crocus vernus, dessen Grundgewebe in Palissaden- und Schwammparenchym sehr vollständig differenzirt ist, zeitig im Frühjahre aus dem Boden hervortreiben, sind sie eingerollt und werden erst flach, wenn die Gefahr für Nachtfröste überstanden ist, infolge dessen die transpiratorischen Theile dem freien Zutritt der Luft zugänglich werden. Bei vielen Gräsern und Halbgräsern nebst verschiedenen anderen Pflanzen, die auf trockenen Localitäten wachsen, werden die Blätter eingerollt, wenn sie ein gewisses Maß von Trockenheit erlangt haben, werden aber wieder flach, wenn die Feuchtigkeit zugenommen hat. Die mechanische Ursache dieser Bewegung ist, wie früher erwähnt, ein sehr hygroskopisches Gewebe, das meistens in der Form von Striemen im Blatte auftritt und bei größerer Hitze und Trockenheit einschrumpft. Die Wärme bringt auf solche Weise ihr eigenes Correctiv hervor. Bei anderen Pflanzen nehmen die Blätter, wenn

es sehr heiß wird, eine mehr oder minder verticale Stellung an und schützen sich auf diese Weise gegen die brennenden Sonnenstrahlen.

In anderen Fällen ist die Blattspreite unentwickelt, wobei die Blattstiele blattartig werden können und eine verticale Stellung annehmen. Dabei wird das Palissadenparenchym peripherisch und fungirt wie ein transspiratorisches Gewebe, zufolge dessen die Wasserverdunstung sehr beschränkt wird. Derartige Blätter oder s. g. Phyllodien bilden also ein Schutzmittel gegen die Sonnenhitze und kommen insbesondere einigen Holzpflanzen zu, die in Südafrika und dem extratropischen Australien vorkommen. Auf Neu-Seeland sind einige Pflanzen angetroffen worden, deren Blätter durch dieselben klimatischen Ursachen auf den Blattstiel und die Hauptrippen beschränkt sind. Besondere Erwähnung verdient eine daselbst lebende Brombeerart (Rubus australis), deren Blätter an schattigen Localitäten eine, wenn auch wenig entwickelte, Blattspreite besitzen, an offenen Localitäten aber nur aus dem Blattstiel und den Hauptrippen bestehen, wodurch der Strauch einen ganz eigenthümlichen Habitus bekommt.

Es ist übrigens gar nicht selten, dass die Blätter auf die Blattstiele beschränkt sind, ohne deshalb flach und blattartig zu werden. Solche Blätter sind mehr oder minder stielrund und exponiren dadurch einen kleineren Theil ihres Grundgewebes der unmittelbaren Einwirkung der Luft. Das Palissadenparenchym ist peripherisch und hat auch die transspiratorische Function zu verrichten. Ihrer Structur halber, gleichwie zufolge ihrer trockenen, lederartigen Consistenz und der dickwandigen Oberhaut, vermögen solche Blätter eben so gut eine große Hitze, wie eine strenge Kälte zu vertragen. Man findet deshalb Blätter von einer solchen Organisation nicht nur bei vielen nordischen Pflanzen, die überwinternde Blätter besitzen, z. B. Coniferen und Ericineen, sondern auch bei denen, die einem trockenen und heißen Klima angehören, z. B. Proteaceen und südafrikanischen Ericineen.

Einige Pflanzen, insbesondere aus der Familie der Crassulaceen, die auf einer trockenen Unterlage wachsen und dazu von Zeit zu Zeit einer größeren Dürre ausgesetzt sind, haben ebenfalls keine entwickelte Blattspreite, sondern ihre Blätter sind stielrund und zu Blattstielen reducirt. Aber das innere Grundgewebe, das bei den soeben erwähnten, trockenen und lederartigen Blättern wenig entwickelt, dickwandig und oft sogar verholzt ist, wird bei diesen Pflanzen sehr mächtig, saftig und dünnwandig. Die Zellen dieses Gewebes sind nämlich sehr reich an Wasser und weil das äußere, peripherische Gewebe ein Palissadenparenchym ist, werden die Blätter schlechte Transpirationsorgane, was zur Folge hat, dass das innere Grundgewebe auch während der dürren Jahreszeit einen hinreichenden Vorrath an Wasser erhalten kann. Diese Organisation kann überhaupt nicht vortheilhaft sein für die Pflanzen eines kälteren Klimas. Nur einige auf trockenen Stellen wachsende, nordische Pflanzen gehören hieher. Desto vortheilhafter ist sie für die Vegetation der trockenen und heißen Länder, z. B. des Caplandes, wo zahlreiche succulente Pflanzen die trockenen, fast kahlen Klippen bekleiden.

Der Zweck, der mit den im Vorigen erwähnten Einrichtungen hauptsächlich erzielt zu werden scheint, nämlich die Wasserverdunstung den bestehenden klimatischen Verhältnissen anzupassen, kann eben erlangt werden mittelst eines mehr oder minder vollständigen Mangels an Blättern. Diese Organe können entweder ganz und gar unterdrückt oder in kleine Schuppen verwandelt sein. Zugleich wird dann dem äußeren und für die Luft mehr zugänglichen Rindenparenchym des Stammes die Aufgabe zu Theil, die assimilatorischen und transpiratorischen Functionen des Blattes zu verrichten. Die Veränderungen, denen die Oberhaut und das Rindenparenchym dabei unterworfen sind, stimmen fast vollständig überein mit denen, welche diese Gewebe in den stielrunden Blättern zeigen. Solche Stämme sind meistens sehr trocken und erinnern an die trockenen stielrunden Blätter der Nadelbäume und gewisser Proteaceen. Besonders die neuholländischen Casuarinen, die eine äußere Ähnlichkeit mit unseren Equiseten haben und eine für die Flora Neuhollands eigenthümliche Vegetationsform darstellen, deren ganze Organisation dem warmen und dürren Klima dieses Welttheils sehr gut angepasst ist, sind in dieser Beziehung bemerkenswerth. Ähnliche Formen werden unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen bei verschiedenen anderen Pflanzen aus anderen Gegenden angetroffen. Dass eine derartige Organisation eben einen guten Schutz gegen die Kälte leistet, geht aus den Thatsachen hervor, dass die überwinternden Stämme des Equisetum hiemale und variegatum die strengen Winter des hohen Nordens sehr gut ertragen können.

Eine so zu sagen klimatische Vegetationsform bildet auch die Cactusform, welche die meisten Cacteen nebst einige anderen Pflanzen auszeichnet. Die Cactusform steht im ähnlichen Verhältniss zu der Casuarinaform, wie bei den Pflanzen mit stielrunden Blättern die Proteaceenblätter zu denen der Crassulaceen. Pflanzen von dem Cactustypus setzen ähnliche klimatische Bedingungen voraus, wie die Pflanzen mit stielrunden, saftigen Blättern und sind deshalb von einem kälteren Klima ausgeschlossen. In Folge der voluminösen Entwickelung des Stammes ist nur ein kleiner Theil seiner Masse dem directen Zutritte der Luft zugänglich. Vermittelst eines sehr chlorophyllreichen, äußeren Rindenparenchyms und einer sehr dickwandigen, mit wenigen eingesenkten Spaltöffnungen versehenen Oberhaut wird die Transpiration sehr beeinträchtigt. Das Wasser, das die Pflanze von außen aufnimmt, bleibt dadurch größtentheils im Stamme zurück, der auf diese Weise sehr wasserreich wird und nun im Stande ist während der dürren Jahreszeit auszudauern.

Wir haben aus dem bis jetzt Angeführten ersehen, dass die Veränderungen der äußeren wie der inneren Organisation, welche einer Anpassung an die herrschenden klimatischen Verhältnisse zugeschrieben werden können, sehr mannigfaltig sind und viele veschiedene Combinationen zulassen, die ohne Zweifel zum Theil der Erblichkeit beigemessen werden können und in nächstem Zusammenhang mit den so zu sagen individuellen Bedürfnissen jedert Pflanzenart stehen. Insbesondere sind diejenigen Einrichtungen, welche bezwecken der Pflanze einen Schutz gegen eine von größerer Trockenheit begleitete hohe Temperatur zu verleihen,

sehr verschiedener Natur. Dass die eine Pflanze sich des einen, die andere eines anderen Schutzmittels bedient, dürfte zuerst in der Bildungstendenz jeder Pflanzenart oder, was dasselbe sein möchte, in deren ererbten Anlage begründet sein. Es lässt sich leicht denken, dass es der einen Pflanze leichter ist, dicke, lederartige, der anderen leichter, saftige Blätter hervorzubringen, einer dritten wiederum leichter, die Blattbildung zu unterdrücken u. s. w. Außerdem dürfte nichts Widersinniges in der Annahme liegen, dass das Auftreten dieses oder jenes Schutzmittels von der Intensität der Hitze und der Dürre abhängig sein könnte, weil es nicht unwahrscheinlich ist, dass die eine Einrichtung ein kräftigeres Schutzmittel ist, als die andere. Wenn jetzt, wie oben hervorgehoben wurde, auch in kleineren geographischen Gebieten eine große Verschiedenheit in der Beschaffenheit der äußeren Verhältnisse, die auf die Organisation der Pflanzen Einfluss haben, obwalten kann, so dürfte dies leicht erklären, dass nicht alle innerhalb desselben Gebietes lebenden Pflanzen in Bezug auf die inneren Einrichtungen, welche aus der Anpassung an das Klima hergeleitet werden können, übereinstimmen.

Wir haben ohne Weiteres angenommen, dass alle oben erwähnten Veränderungen in der Organisation der Pflanzen in der Anpassung an die klimatischen Verhältnisse begründet sind. Vielleicht könnte es Manchem scheinen, als ob eine andere Anschauung besser begründet wäre. Die Gegner der Darwinischen Descendenztheorie werden gewiss jenen Zusammenhang zwischen der Organisation und der Beschaffenheit des Klima daraus erklären wollen, dass die Pflanzen, deren Organisation sie befähigt unter gewissen klimatischen Verhältnissen zu leben, eben innerhalb desjenigen geographischen Gebietes vorkommen, wo solche Verhältnisse vorherrschen; sie werden annehmen, dass es diesen Pflanzen nicht gelingen werde, diese Grenzen zu überschreiten, weil sie im Kampfe mit anderen Pflanzen, die besser geeignet sind, unter den dort bestehenden klimatischen Verhältnissen zu leben, unterliegen müssen. Wenn aber die Sache sich so verhalten würde, müsste man eben annehmen können, dass die Organisation jeder Pflanzenart in jeder Beziehung mit den klimatischen Verhältnissen harmonirt, was jedoch gar nicht der Fall ist, wie wir jetzt zu zeigen versuchen wollen.

Die auf dem Wasser schwimmenden Blätter der meisten Wasserpflanzen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre untere Fläche das Vermögen die Wasserverdunstung zu verrichten, verloren hat. Nicht nur, dass die Spaltöffnungen jener Fläche fehlen, sondern auch das Schwammparenchym, das sehr reich an großen Lacunen ist, hat seinen Chlorophyllinhalt fast ganz und gar verloren und fungirt ausschließlich wie ein Schwimmorgan. Das Palissadenparenchym hat nebst seiner assimilatorischen Function auch die der unteren Blattfläche übernommen. Es leuchtet leicht ein, dass jene Organisation des Blattes den Wasserpflanzen sehr vortheilhaft sein muss, was aber bei den Landpflanzen nicht der Fall ist, wie schon daraus hervorgeht, dass die der Luft vollständig ausgesetzten Blätter fast immer eine andere Structur besitzen. Bei den Arten der Gattung Nelumbium (z. B. N. speciosum und luteum) erheben sich die entwickelten Blätter über die

Wasserfläche, nur die obere Fläche dieser Blätter ist functionsfähig, während die untere, die bei den Wasserpflanzen das Schwimmorgan ausmacht, vertrocknet und eingeschrumpft ist. In der Oberhaut dieser Fläche macht sich zwar ein Streben bemerkbar, Spaltöffnungen zu erzeugen, aber diese werden nicht vollständig entwickelt. Bei jenen Pflanzen scheint also die Erblichkeit mächtiger, als die Anpassungsunfähigkeit zu sein. Die Stammeltern dieser Pflanzen haben wahrscheinlich, wie die übrigen Nymphaeaceen, schwimmende Blätter gehabt und die Organisation solcher Blätter ist auf die Nachkommenschaft übergegangen, welche sich mit einer den neuen Verhältnissen nur unvollständig angepassten Blattstructur hat begnügen müssen.

Rosmarinus officinalis ist eine Pflanze, die in der Mittelmeerregion heimisch und also an ein trockenes und warmes Klima gewöhnt ist. Ihre Blätter sind einem derartigen Klima angepasst. Die dickwandige Oberhaut der oberen Blattfläche nebst dem mächtigen Palissadenparenchym, welches die Blätter dieser Pflanze charakterisirt, bilden, wie wir oben darzulegen versucht haben, ein gutes Schutzmittel gegen die Einwirkung hoher Temperatur auf die Transpiration. Aber die Structur der unteren Blattfläche scheint eine kräftige Transpiration anzuzeigen. Ihr Schwammparenchym hat nämlich sehr große Lacunen, die Oberhaut ist sehr dünnwandig und deren zahlreiche Spaltöffnungen liegen in demselben Niveau wie die übrigen Oberhautzellen. Diese Pflanze würde gewiss isolirt das Klima der Mittelmeerregion nicht ertragen können, wenn sich nicht einige Einrichtungen vorfänden, die die transpiratorische Blattfläche schützen könnten. Aber diese Blattfläche ist von einem dichten Filze bedeckt und die Blätter können, wenn die Hitze zu stark wird, ihre Blattränder einrollen, wodurch die transpiratorische Fläche auf ähnliche Weise geschützt wird, wie die Spaltöffnungen führende Fläche bei Nerium, vielen Proteaceen, Casuarina und anderen.

In den Blättern von Ilex Aquifolium findet sich eine Organisation, welche diese Pflanze befähigt, ein warmes Klima zu ertragen. Die Oberhaut beider Blattflächen zeichnet sich durch eine bedeutende Dickwandigkeit aus und ist daneben durch ein Hypoderma verstärkt; das Palissadenparenchym bildet ein mächtiges Gewebe. Es scheint deshalb sehr auffallend, dass das Schwammparenchym sehr reich ist an großen Lacunen, was jedenfalls eine Neigung zu lebhafter Transpiration zu verrathen scheint, aber im Gegensatz zu den übrigen Einrichtungen steht. Der Blattbau bei Olea europaea stimmt in den meisten Beziehungen mit dem von Buxus überein; aber die Spaltöffnungen befinden sich fast in demselben Niveau wie die übrigen Oberhautzellen. Die letztere Anordnung kann schwerlich vortheilhaft sein unter den klimatischen Bedingungen, unter denen jener Baum lebt; sie wird aber von den eigenthümlichen, fast regenschirmförmigen Trichomen aufgewogen, die auf der unteren Blattfläche auftreten und die Spaltöffnungen bedecken.

Viele ähnliche Beispiele solcher Structurverhältnisse könnten angeführt werden, die nicht den klimatischen Verhältnissen harmonisch angepasst sind und welche am leichtesten durch die Annahme erklärt werden können,

dass sie den Stammeltern, die unter anderen klimatischen Verhältnissen lebten, angehört haben und später auf die Nachkommen übergegangen sind, bei denen andere Schutzmittel entstanden, um den Structurverhältnissen entgegenzuwirken, welche unter den neuen klimatischen Bedingungen nicht vortheilhaft waren.

Ich habe mit allen oben dargelegten Structurverhältnissen bestätigen wollen, dass das Klima einen mächtigen Einfluss nicht nur auf die äußere, sondern auch auf die innere Organisation der Pflanzen ausgeübt hat. Dieser Einfluss wird noch von hervorragenden Naturforschern bezweifelt. Er ist vielleicht bei den Thieren weniger bemerkbar, als bei den Pflanzen. Das so zu sagen weniger intensive Leben, das sich in der Pflanze bewegt, ist vielleicht nicht im Stande, mit demselben Erfolg wie das Thierleben gegen die äußeren Lebensbedingungen anzukämpfen. In Bezug auf die Pflanzen scheint mir ein derartiger Einfluss des Klimas unverkennbar. Es kommt nur darauf an, den allgemeinen Gesichtspunkt zu gewinnen, ohne welchen alle die wechselnden Anordnungen in der Organisation der Pflanzen sich wie ein regelloses Chaos zeigen würden. Wir dürfen indessen nicht vernachlässigen, dass nicht nur das Klima, sondern auch alle die übrigen äußeren Verhältnisse, unter denen die Pflanzen leben, auf deren Formbildung einwirken, wenn auch das Klima dabei die erste Rolle spielt. Ebenso darf nicht übersehen werden, dass auch die Erblichkeit die ganze organische Natur in hohem Grade beeinflusst. Die Erblichkeit und die Anpassung sind die beiden großen Factoren, welche die äußeren Lebensformen reguliren. Diese bildet das rückhaltende, conservirende, jene das umbildende, verändernde Princip. Wenn wir nun einer Organisation begegnen, die sich in irgend einer Beziehung in Disharmonie mit den äusseren Verhältnissen oder mit den übrigen organischen Einrichtungen zu befinden scheint, was sogar nicht selten ist, so dürften wir annehmen können, dass dieselbe von einer vorhergehenden, unter anderen Verhältnissen lebenden Generation vererbt ist.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.